

بسمه تعالی

درس طراحی اجزا (1)

پروژه پیچ و جوش

استاد : سرکار خانم دکتر قصاب زاده
تدریس‌یار : جناب آقای دکتر ساریخانی

شیرین رضایی فخر 9824024

سال 1400-1401

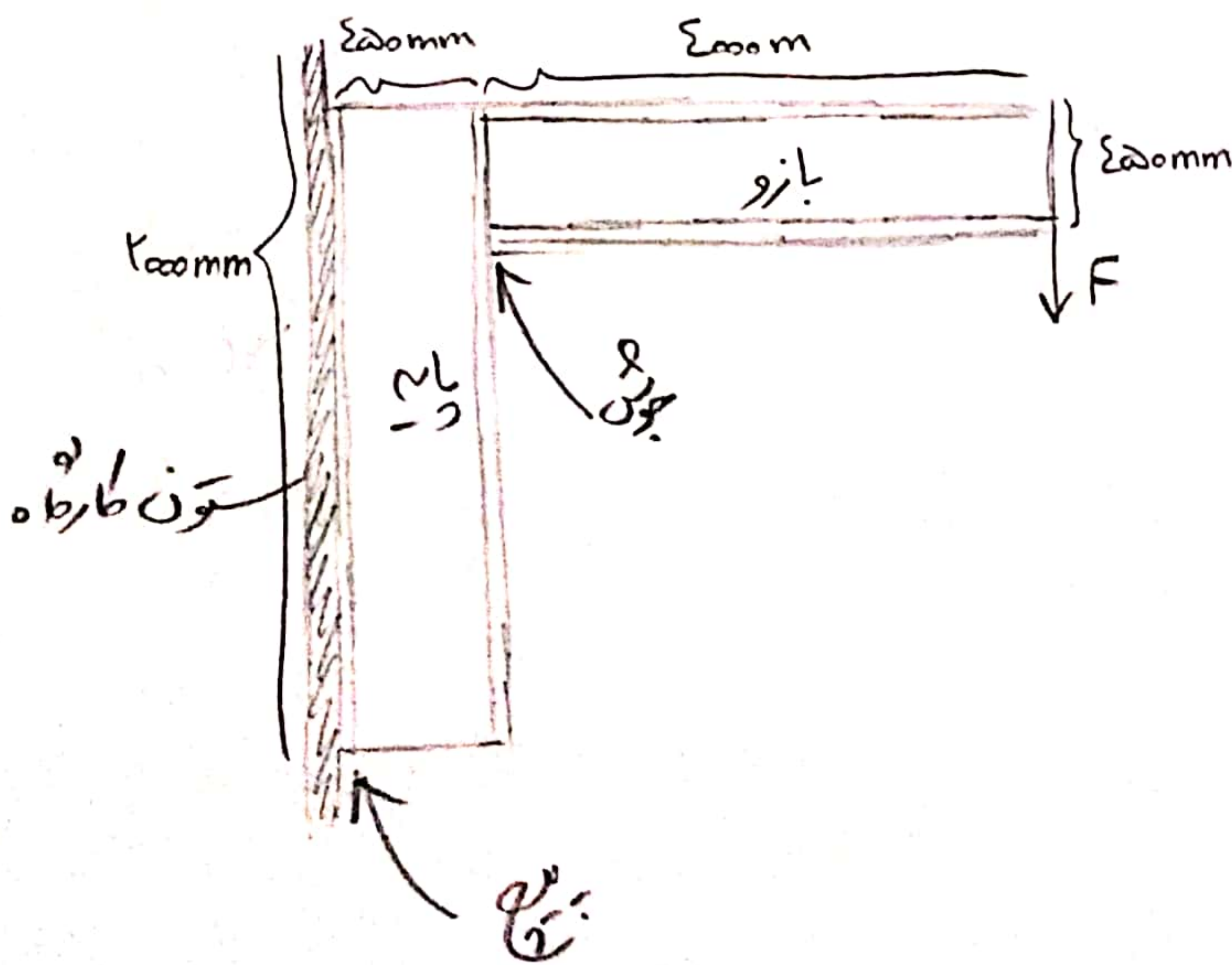
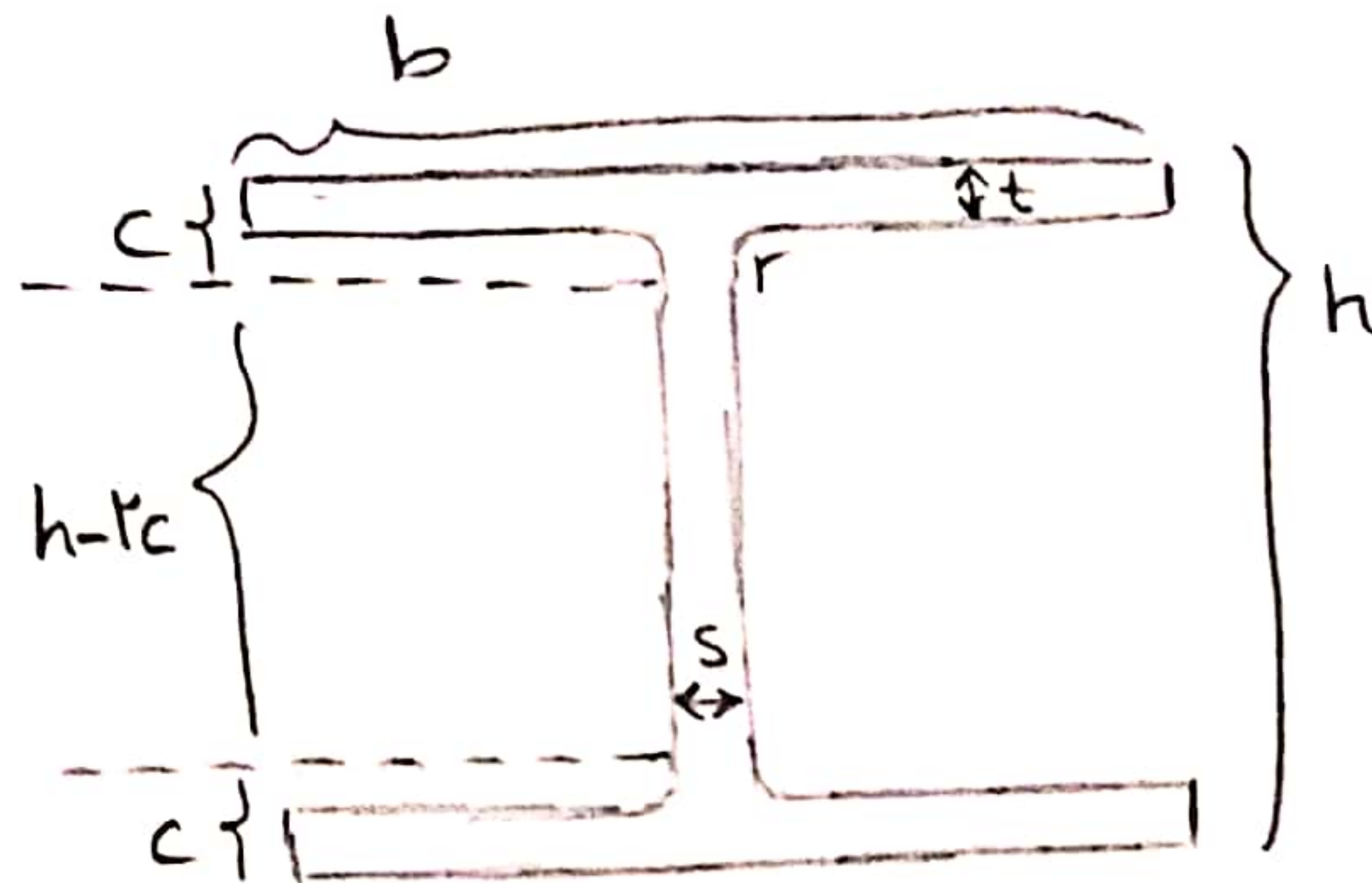
دانشکده مهندسی مکانیک - دانشگاه صنعتی امیرکبیر



در یک کارگاه ساختمانی برای جابجایی بار به وزن ۵ تن از یک جرثقیل ستونی-بازویی (pillar jib crane) استفاده می شود.
 بسیار شده است و پایه جرثقیل به ستون کارگاه پیچ شده است. بیشترین فاصله بار از ستون ۴۴۰۰ mm است. پایه و بازوی جرثقیل از تیر آهن عریض I شل به شماره IPB450 ساخته شده است. پایه و بازو به هم جوش شده است.
 الف) ۱- ابتدا فرض بار استاتیکی ۲- پس از این ۲۰۰۰ mm ای ۴۴۰۰ mm نشان دهید.

ب) طراحی جوش محل اتصال پایه و بازو

I شل
 شل پایه و بازو
 IPB450 :
 جدول مشخصات I شل
 $h = 450 \text{ mm}$
 $b = 300 \text{ mm}$
 $S = 12 \text{ mm}$
 $t = 24 \text{ mm}$
 $r = 27 \text{ mm}$
 $C = 53 \text{ mm}$



پیچ ها بین پایه و ستون کارگاه
 جوش بین بازو و پایه

ارامه صنعتی

تحليل استاتيكي

اگر فاصله بین گره ها از لب ها $2d$ و فاصله بین گره ها از مرکز $4d$ باشد داریم:

$$2d + 4d = 8d_{\max} = 1000 \text{ mm} \rightarrow d_{\max} = 125 \text{ mm}$$

$$M_{\max} = F d'_{\max} = mg d_{\max} = 2000 (10) (2200 \times 10^{-3})$$

$$\Rightarrow M_{\max} = 220000 \text{ N.m}$$

(d'_{\max} همان بیشترین فاصله بار از ستون است نه در مساله داده شده)

از آنجایی که سازه ها I شکل هستند و دارای ضخامت t می باشند.

و از طرف دیگر قطر بین گره ها استاندارد است و طبق جدول مقادیر خاص می تواند اعتبار داشته باشد.

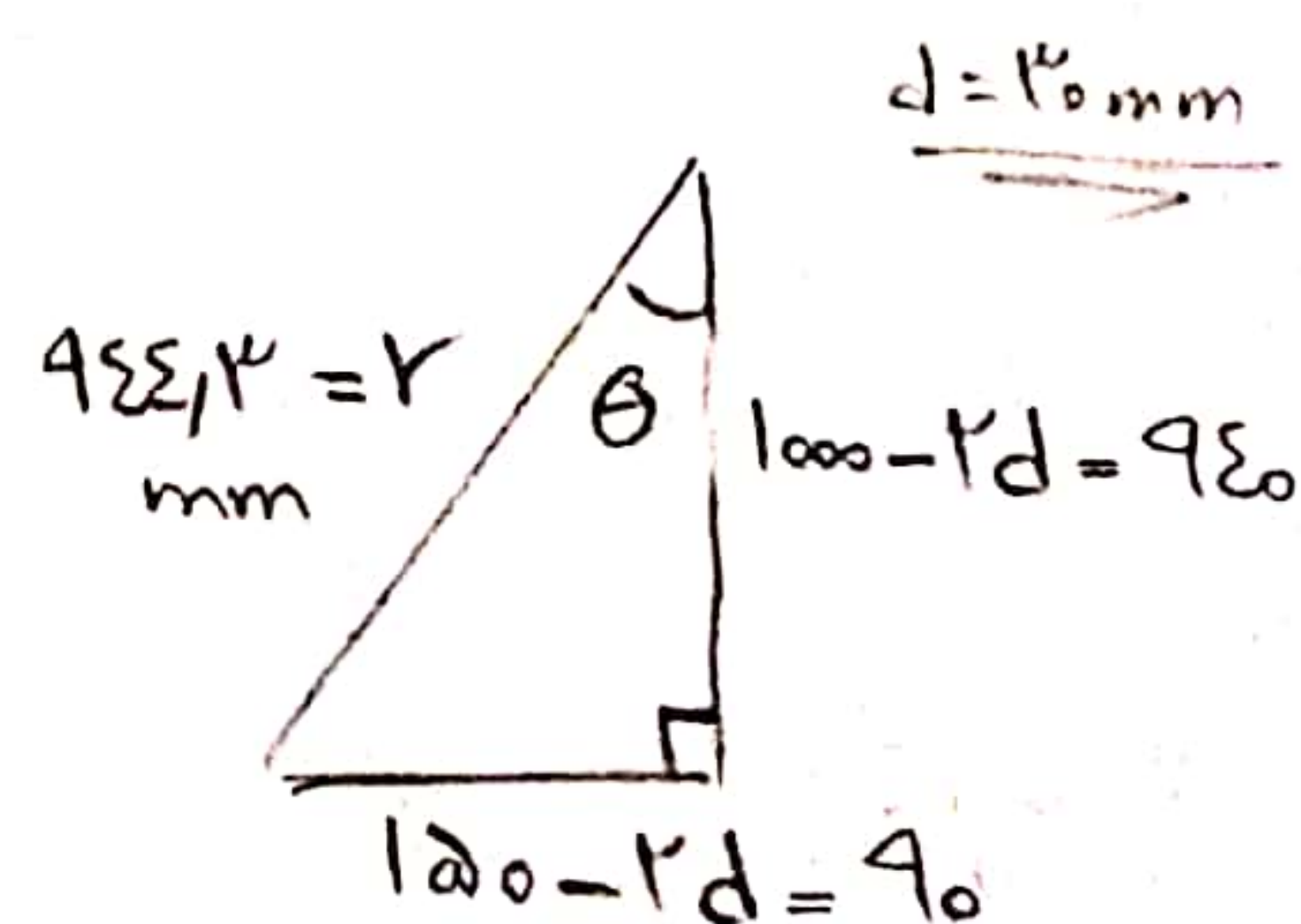
بنابراین با فرض اولیه $d_{\max} < d < t$ و جدول A-1، d برابر با 100 mm مناسب ترین است.

جدول A-1: $d = 100 \text{ mm} \rightarrow P = 125 \text{ mm}, A_t = 241 \text{ mm}^2, A_r = 219 \text{ mm}^2$

جدول A-11: $\phi = 9.1 \Rightarrow S_p = 420 \text{ MPa}, S_{ut} = 490 \text{ MPa}, S_y = 370 \text{ MPa}$

$$F_A' = F_B' = F_C' = F_D' = \frac{mg}{4} = \frac{2000 \times 10}{4} = 12000 \text{ N}$$

$$M = \sum (F'' \times r) \rightarrow F'' = \frac{220000}{10^{-3} \times \sum \sqrt{950^2 + 90^2}} = 28222 \text{ N}$$



$$F = \sqrt{F'^2 + F''^2 + 2F'F''\cos\theta}, \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{90}{950}\right) \rightarrow \theta = 5.15^\circ \rightarrow \begin{cases} \theta_1 = \theta_r = \theta_A = \theta_D = 90^\circ + 5.15^\circ \\ \theta_3 = \theta_2 = \theta_B = \theta_C = 90^\circ - 5.15^\circ \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_A = F_D = \sqrt{12000^2 + (28222)^2 + 2(12000)(28222)\cos(90^\circ + 5.15^\circ)} = 282387.1 \text{ N}$$

$$F_B = F_C = \sqrt{12000^2 + (28222)^2 + 2(12000)(28222)\cos(90^\circ - 5.15^\circ)} = 40710.13 \text{ N}$$

ادامه صحنه بعد

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F_{BLC}}{A = \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4071013}{\pi (0.03)^2} = 151915 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{bearing}} = \frac{F}{A_b} = \frac{F_{BLC}}{A_b = td} = \frac{4071013}{24(10)(10^{-2})} = 17184 \text{ MPa}$$

$\rightarrow \sigma_{\text{max}} = 151915 \text{ MPa}$
 کمترین تنش
 تنش بیش و بیش bearing

$$n = \frac{S_{sy}}{\sigma_{\text{max}}} = \frac{0.577 S_y}{\sigma_{\text{max}}} = \frac{0.577(720)}{151915} = 2.18 \checkmark$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{\text{bearing}}} = \frac{720}{17184} = 4.2 \checkmark$$

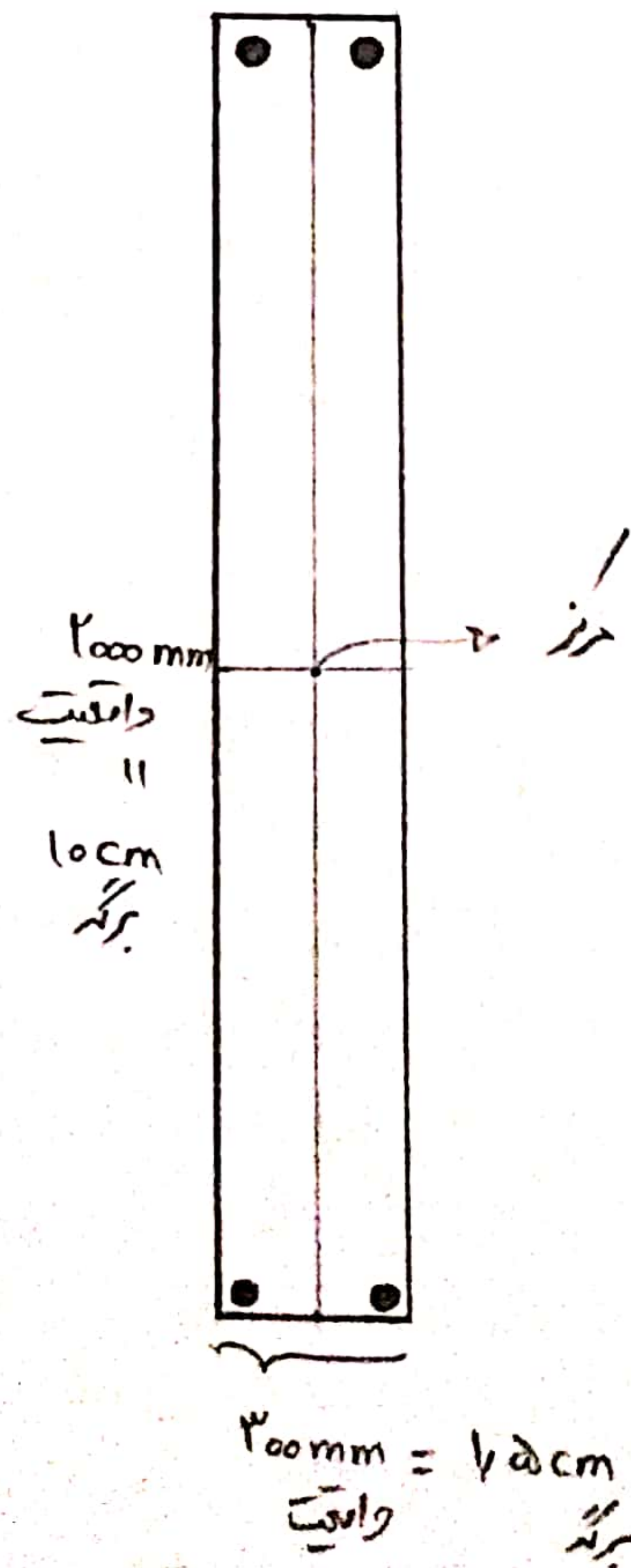
حال بررسی کنیم که تنش کشش در مقایسه با تنش برش ناچیز باشد که مشخصه مهم هست :

$$\sigma_{\text{bending}} = \frac{Mc}{I} = \frac{220000(1)}{I} \approx 10 \text{ MPa} \rightarrow n = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{720}{10} \checkmark$$

از جدول سیرهای I شکل مربوط به IPB450 (سوراخ خاصه فشرده)

نتایج محاسبات :

بنابراین برای تحت افکانه نیروی صورت استاتیکی وارد شود، قطر مربع ۱۰mm در نظر گرفته شود، ضربه ها از چندان خوب حاصل شود.



فاصله مربع از مرکز ۲d
 فاصله مربع ها از مرکز ۲d
 قطر مربع ۱۰mm

۲۰۰۰mm = ۲۰۰cm
 ۱۰۰mm = ۱۰cm

« تحلیل دینامیکی »

در این قسمت تنها باید دید شود که با طراحی که در قسمت الف کردم آیا می‌تواند بارگذاری‌های نوکشی را هم تحمل کند یا خیر ؟

۱-۱ جدول: $A_t = 241 \text{ mm}^2$, $F_i = 0.175 S_p A_t$ و $F_i = \frac{P}{2}$

$$F_i = 0.175 (420) (241 \times 10^{-6}) \times 10^6 = 17347.5 \text{ N}$$

۲۴
مثال - $F_{bmin} = C P_{min} + F_i$ و $F_{bmax} = C P_{max} + F_i$

۲۴
مثال - $\sigma_a = \frac{F_{bmax} - F_{bmin}}{2 A_t}$ و $\sigma_m = \frac{F_{bmax} - F_{bmin}}{2 A_t} + \frac{F_i}{A_t}$

$$\Rightarrow \sigma_a = \frac{0.18 (40730.3 - 17173.1)}{2 (241) \times 10^{-6}} = 1.1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = \frac{0.18 (40730.3 - 17173.1)}{2 (241) \times 10^{-6}} + \frac{17347.5}{241 \times 10^{-6}} = 292.4 \text{ MPa}$$

$$n_f = \frac{S_e (S_{ut} - \sigma_i)}{S_{ut} \sigma_a + S_e (\sigma_m - \sigma_i)} = \frac{1.80 (100 - 87.5)}{(100) 1.1 + 1.80 (292.4 - 87.5)} = 1.75 > 1 \quad \checkmark$$

$$n_p = \frac{S_p}{\sigma_a + \sigma_m} = \frac{420}{1.1 + 292.4} = 1.3 > 1 \quad \checkmark$$

نتایج محاسبات:

چون $n_f < 1$ و $n_p < 1$ در برابر بارهای نوکشی هم دوام ندارد.

* S_e : از جدول ۸-۱۷ برابر ۰.۸ ISO 9.8

$$C = \frac{k_b}{k_b + k_m}$$

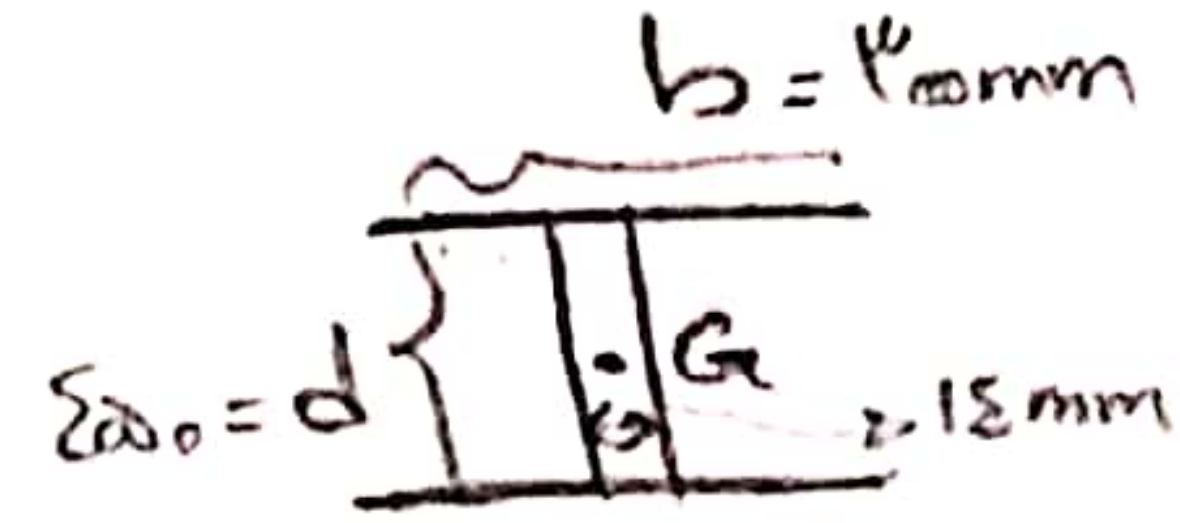
چون k_m طبق مبحث بتن بسیار
و بسیار بزرگتر از k_b است
برابر با ۰.۸۸ در نظر می‌گیریم.
(در مثال‌ها معمول است)

جوش :

طبق جدول ۹-۲ ضریب شکل Δ ، مقطع I شکل را نشان دهد :

جدول ۹-۲ ضریب
شکل I

$$A = 11.812h(b+d), \quad I_u = \frac{d^3}{4}(3b+d)$$



$$\sigma' = \frac{V}{A}, \quad \sigma'' = \frac{Mc}{I}, \quad \sigma = \sqrt{\sigma'^2 + \sigma''^2}, \quad I = 0.1707h I_u$$

$$\Rightarrow A = 11.812(0.024)(30 + 18) = 0.02727 \text{ m}^2$$

$$I_u = \frac{0.018^3}{4}(3(0.03) + 0.018) = 0.0000242 \text{ m}^4$$

$$I = 0.1707(0.024)(0.0000242) = 0.000001 \text{ m}^4$$

$$\sigma' = \frac{2 \times 10^3 \times 9.8}{0.02727} = 71.8 \text{ MPa}$$

$$\sigma'' = \frac{2 \times 10^3 \times 9.8 \times \frac{0.018}{2} \times 242 \times 10^{-6}}{0.000001} = 71.8 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma'^2 + \sigma''^2} = 71.8 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_p}{\sigma} = \frac{420}{71.8} = 5.85 > 1 \quad \checkmark$$

- بنابراین طول $b+d$ باید جوش شود.